

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 6月28日

出願番号

Application Number:

特願2002-189327

[ST.10/C]:

[JP2002-189327]

出願人

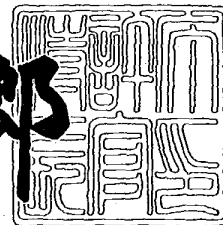
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 2月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3011913

【書類名】 特許願

【整理番号】 2022040062

【提出日】 平成14年 6月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05K 3/46
H01L 21/56

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内

【氏名】 岩城 秀樹

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内

【氏名】 田口 豊

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内

【氏名】 小掠 哲義

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内

【氏名】 菅谷 康博

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内

【氏名】 朝日 俊行

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内

【氏名】 西山 東作

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 井戸川 義信

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール及びその製造方法及びその実装体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 コア部とクラッド部と含む光導波路層と、前記光導波路層の少なくとも一方の主面に形成された第1及び第2の配線パターンと、前記光導波路層の内部に配置され、前記光導波路層のコア部と光学的に接続されかつ前記第1の配線パターンに電氣的に接続された受光素子と、前記光導波路層の内部に配置され、前記光導波路層のコア部と光学的に接続されかつ前記第2の配線パターンに電氣的に接続された発光素子と、を備える受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール。

【請求項2】 前記受光素子及び前記発光素子は前記光導波路層のコア部が形成された面に平行な方向で光入出力を行う姿勢で光導波路層内に配置されている請求項1記載の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール。

【請求項3】 前記発光素子は面発光型レーザにより構成されている請求項1記載の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール。

【請求項4】 前記光導波路のコア部端面は透光性樹脂材料を介して前記受光素子及び前記発光素子と光学的に接続した請求項1記載の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール。

【請求項5】 前記光導波路層の他方の主面に第3の配線パターンが形成されている請求項1記載の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール。

【請求項6】 前記第3の配線パターン上に、回路部品が実装されている請求項5記載の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール。

【請求項7】 前記光導波路層の少なくとも片側に無機フィラーと熱硬化性樹脂とを含む混合物からなる絶縁性基板を備えた請求項1記載の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール。

【請求項8】 コア部とクラッド部と含む光導波路層に貫通孔を形成する工程と、離型フィルムの一主面に複数の配線パターンを形成し、前記配線パターンに受光素子及び発光素子を実装する工程と、前記離型フィルムを前記配線パターン

が前記光導波路層側に向くように位置あわせして前記光導波路層に重ねて加圧することにより、前記受光素子又は発光素子が前記光導波路層の貫通孔内に配置される工程と、前記貫通孔内に前記コア部を伝搬する光に対して透明な樹脂を充填する工程と、前記樹脂を硬化させる工程とを含む受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの製造方法。

【請求項9】 コア部とクラッド部とを含む光導波路層と、前記光導波路層の少なくとも一方の主面に形成された第1及び第2の配線パターンと、前記光導波路層の内部に配置され、前記光導波路層のコア部と光学的に接続されかつ前記第1の配線パターンに電氣的に接続された受光素子と、前記光導波路層の内部に配置され、前記光導波路層のコア部と光学的に接続されかつ前記第2の配線パターンに電氣的に接続された受光素子と、前記光導波路層に実装された駆動素子及び増幅素子とを備え、前記発光素子は前記配線パターンを介して駆動素子に電氣的にされ、前記受光素子は前記配線パターンを介して増幅素子に電氣的に接続したことを特徴とする受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの実装体。

【請求項10】 前記発光素子のアノード端子とカソード端子の両方が前記配線パターンを介して駆動素子に電氣的にされ、前記受光素子のアノード端子とカソード端子の両方が前記配線パターンを介して増幅素子に電氣的に接続した請求項9記載の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの実装体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光導波路部と電気配線部が設けられた光電気混載配線板内に受発光用の半導体素子を内蔵した受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール、その製造方法及びその実装体に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、通信の大容量化、信号処理の高速化を実現するために、電気配線の限界を越える方法として、集積回路間を光導波路で結ぶ光インタコネクション技術の開発が行われている。従来の光インタコネクション技術では、基板内に光導波路

としての光配線を行う配線基板として、特開2000-340907号公報に開示されたもののよう、配線基板内に繊維状の光導波路体を埋設形成した配線基板がある。

【0003】

また、受発光素子と光導波路の光結合を行う構成について、特開平5-67770号公報に開示されたもののよう、発光素子を実装された光電子ICチップを光導波路と反射ミラーを備えた光配線基板に実装するものがある。

【0004】

また、特開平2000-332301号公報に開示されたもののよう、光導波路の端部を面型光素子の入出力光に対して45度の角度をなすよう加工し、45度端面に金属膜等を付着させた反射ミラーとして面発光素子の入出力光を光導波路のコア層へ90度の光路変換をしてから光結合させる構成が示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の光素子と光導波路のコア層へ反射ミラーを用いて90度の光路変換をして光結合させる構成では、光導波路に反射ミラーを構成しなければならない。また、光素子以外の半導体素子や回路部品を同時に表面実装技術を用いて光導波路が形成された基板上へ電氣的接続を目的として実装する場合、通常の共晶はんだを用いた製造プロセスの特にリフロープロセスにおいてはんだ中のフラックス等により光結合部が汚染され、光結合効率が低下するという課題もある。そのため、光導波路と光結合する光素子の表面実装はフラックスなどを用いない特別のプロセスを用いなければならない。

【0006】

さらに、このような課題を解決すると同時に周波数の高い信号を光素子とその駆動用もしくは信号増幅用の半導体素子との間で伝送しようとする短距離で電氣的に配線しなければならない。

【0007】

本発明は、上記従来の問題を解決するため、光素子と光導波路の間に反射ミラ

一等の光学素子を用いることなく光結合を行い、光配線と電氣的な配線が混載して形成された配線基板に回路部品を通常の表面実装技術のみを用いて実装することができ、光素子とその駆動用もしくは信号増幅用の半導体素子間の伝送信号用が数GHz以上の周波数においても動作可能な受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール及びその製造方法及びその実装体を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールは、コア部とクラッド部とを含む光導波路層と、前記光導波路層の少なくとも一方の主面に形成された第1及び第2の配線パターンと、前記光導波路層の内部に配置され、前記光導波路層のコア部と光学的に接続されかつ前記第1の配線パターンに電氣的に接続された受光素子と、前記光導波路層の内部に配置され、前記光導波路層のコア部と光学的に接続されかつ前記第2の配線パターンに電氣的に接続された発光素子とを備えるものである。

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、光導波路端面に反射ミラーを用いた90度の光路変換部を設けることなく光導波路と受発光素子間の光学的な結合を行うことができる。また、回路部品をフラックス等を含むはんだを用いた表面実装技術を用いて光導波路が形成された基板上へ電氣的に接続する実装をすることができる。

【 0 0 1 0 】

また、上記受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールでは、受光素子及び発光素子は光導波路層のコア部が形成された面に平行な方向で光入出力を行う姿勢で光導波路層内に配置されていることが望ましい。これにより、光導波路層のコア部が形成された面に平行な方向で受発光素子と光入出力を行うことで、光導波路と受発光素子間に光の進行方向を変換する光路変換部を設けることなく光学的に結合することができる。

【 0 0 1 1 】

また、上記受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールでは、発光素子は面発光型レーザにより構成されていることが望ましい。面発光型レーザとすることで、

発光素子から放射される光強度部分布が端面出射型に比較して狭い角度に集中するため、光導波路のコア部と発光素子間の光結合効率が向上する。

【0012】

また、上記受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールでは、光導波路のコア部端面は透光性樹脂材料を介して受光素子又は前記発光素子と光学的に接続することが望ましい。光導波路のコア部端面を透光性樹脂材料を介して受発光素子と光結合することで、光導波路コア部端面もしくは受光素子又は発光素子の光学的に接続する面における光信号の反射を低減すると共に、光導波路コア部と受光素子又は発光素子間の光学的な結合効率が向上させることができ、さらに受光素子又は発光素子の環境に対して保護することもできる。

【0013】

また、上記受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールでは、光導波路層の他方の主面に第3の配線パターンが形成されていることが望ましい。また、第3の配線パターン上に、回路部品が実装されていることが望ましい。

【0014】

また、上記受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールでは、前記光導波路層の少なくとも片側に無機フィラーと熱硬化性樹脂とを含む混合物からなる絶縁性基板を備えていることが望ましい。

【0015】

また、本発明の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの製造方法は、コア部とクラッド部とを含む光導波路層に貫通孔を形成する工程と、離型フィルムの一主面に複数の配線パターンを形成し、前記配線パターンに受光素子及び発光素子を実装する工程と、前記離型フィルムを前記配線パターンが前記光導波路層側に向くように位置あわせして前記光導波路層に重ねて加圧することにより前記受光素子又は発光素子が前記光導波路層の貫通孔内に配置する工程と、前記貫通孔内に前記コア部を伝搬する光に対して透明な樹脂で充填する工程と、前記樹脂を硬化させる工程とを備えたものである。

【0016】

本発明の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの製造方法によれば、本発

明の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールを容易に製造することができる。

【0017】

また、本発明の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの実装体は、コア部とクラッド部とを含む光導波路層と、前記光導波路層の少なくとも一方の主面に形成された第1及び第2の配線パターンと、前記光導波路層の内部に配置され、前記光導波路層のコア部と光学的に接続されかつ前記第1の配線パターンに電氣的に接続された受光素子と、前記光導波路層の内部に配置され、前記光導波路層のコア部と光学的に接続されかつ前記第2の配線パターンに電氣的に接続された受光素子と、前記光導波路層に実装された駆動素子及び増幅素子とを備え、前記発光素子は前記配線パターンを介して駆動素子に電氣的に接続され、前記受光素子は前記配線パターンを介して増幅素子に電氣的に接続するものである。

【0018】

本発明の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの実装体によれば、受光素子又は発光素子と駆動素子又は増幅素子間の配線長を短くすることができ、伝送特性の周波数特性の遮断周波数を高くすることができる。

【0019】

また、上記受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの実装体では、前記発光素子のアノード端子とカソード端子の両方が前記配線パターンを介して駆動素子に電氣的にされ、前記受光素子のアノード端子とカソード端子の両方が前記配線パターンを介して増幅素子に電氣的に接続することが望ましい。受光素子又は発光素子と駆動素子又は増幅素子間の配線長をさらに短くすることができ、伝送特性の周波数特性の遮断周波数をさらに高くすることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図1から図7を用いて詳細に説明する。

なお、本発明は下記の実施の形態に限定されるものではない。

【0021】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における受発光素子内蔵光電気混載配線モジュ

ールの構成の概略を示す断面図である。

【 0 0 2 2 】

以下に本実施の形態における受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールについて、図 1 を参照しながら説明する。図 1 において、受光素子 1 0 1 及び発光素子 1 0 3 はそれぞれ光導波路層 1 0 4 に設けられた配線パターン 1 2 1 の一端に電氣的に接続して実装されており、配線パターン 1 2 1 の他端は光導波路層 1 0 4 の外部に露出している。光導波路コア層 1 0 5 と受光素子 1 0 1 及び発光素子 1 0 3 はそれぞれ光学的に結合されている。また、受光素子 1 0 1 及び発光素子 1 0 3 は光導波路層 1 0 4 内に埋設して設けられている。

【 0 0 2 3 】

光導波路コア層 1 0 5 は、受光素子 1 0 1 及び発光素子 1 0 3 の受発光波長において各波長に対して透明なポリマーからなる。特に、ポリメチルメタクリレート、ポリイミド、ポリシラン、ベンゾシクロブテン、エポキシ、シロキサン、ポリカーボネート等を用いることができる。発光素子及び受光素子は Ga A s 系、I n P 系等の化合物半導体素子を用いることができ、受発光波長は例えば 7 8 0 n m、8 5 0 n m、1 . 3 μ m、1 . 5 μ m のものを用いることができる。

【 0 0 2 4 】

光導波路の作製は、フォトリソグラフィーとエッチングによる方法や、紫外線硬化による方法の他に、電子やレーザー等のビームによる直接描画や、射出成型もしくはプレス成形等を用いて作製することができる。光導波路コア層は上記の方法を用いて、矩形状の光導波路コア層を形成することができ、コアサイズが 8 ~ 1 0 μ m 程度のシングルモードサイズもしくは 4 0 μ m から数 1 0 0 μ m 程度のマルチモードサイズのものを用いることができる。特に、上記の光導波路の作製工程において受光素子及び発光素子と光学的に結合を行う光導波路コア層の端面は非球面状の端面処理を施した場合、それにより受発光素子と光導波路コア層の光学的な結合効率を向上させることができる。

【 0 0 2 5 】

光導波路層 1 0 4 内に設けられた受光素子 1 0 1 及び発光素子 1 0 3 は光導波路コア層 1 0 5 が形成された面に平行な方向で光入出力を行う姿勢で光導波路層

104内に配置されている。

【0026】

特に、光導波路コア層105と光学的に結合を行う発光素子103の光出射面は光導波路コア層105の光軸と垂直もしくは10度以下の角度をなす配置で実装されている。10度以下の角度をなす場合、発光素子103から出射された光が光導波路コア層105の端面で反射して発光素子103に戻るいわゆる戻り光の影響を低減することが可能である。10度以上の場合においても戻り光の影響を低減することは可能であるが、光導波路コア層と発光素子間の光学的な結合効率が低下するため、10度以下が望ましく、1～3度が最も好ましい。

【0027】

発光素子は、端面出射型もしくは表面出射型の半導体レーザを用いることができ、表面出射型の場合、発光素子はGaAs、InP、InGaAs、InGaAsP等からなる半導体により作製された活性層が設けられた発光部と発光部の熱膨張係数とほぼ等しい熱膨張係数のSi、AlN、SiC等から選ばれるサブキャリア部とから構成され、サブキャリア部の側面に表面出射型の発光部が設けられている。

【0028】

発光部の電極はサブキャリア部に設けられた電極を介して配線パターンと接続される。表面出射型の発光素子で構成した場合、発光素子から放射される光強度部分布が端面出射型に比較して狭い角度に集中するため、光導波路のコア部と発光素子間の光結合効率が向上する。また、端面出射型の半導体レーザにおいて、半導体レーザの出射端にスポットサイズ変換機能が組み込まれている場合、光強度分布が狭い角度に集中するため光導波路のコア部と発光素子間の光結合効率を向上させることができる。

【0029】

光導波路層104は、光導波路コア層105と光導波路クラッド層106を含んでおり、光導波路コア層105は、受光素子101及び発光素子103の受発光波長において各波長に対して透明なポリマーからなる。特に、ポリメチルメタクリレート、フッ素化ポリイミド、ベンゾシクロブテン、エポキシ、シロキサン

、ポリカーボネート等を用いることができる。光導波路クラッド層にも光導波路コア層と同じポリメチルメタクリレート、フッ素化ポリイミド、ベンゾシクロブテン、エポキシ、シロキサン、ポリカーボネート等を用いることができるが、光導波路クラッド層の屈折率よりも高い屈折率になるよう、光導波路クラッド層と光導波路コア層の材料の屈折率差が調整されている。

【0030】

光導波路クラッド層106に、フッ素化ポリイミドを用いた場合、光導波路コア層は光導波路クラッド層の屈折率よりも高く屈折率を調整した屈折率差調整フッ素化ポリイミドを用いることができる。また、光導波路クラッド層にポリシランを用いる場合、光照射により屈折率が変化する材料を用い、例えば、紫外線照射により屈折率が高くなる材料を用い、マスクと露光により光導波路クラッド層の屈折率よりも高い屈折率の光導波路コア層を形成する。

【0031】

また、図2に示すように、光導波路のコア部端面は透光性樹脂材料を介して受光素子又は発光素子と光学的に接続することもできる。この場合、透光性樹脂材料は送信又は受信する光信号に対して透明である材料を用い、シリコン系またはアクリレート系の樹脂材料等を用いることができるが、光導波路のコア層の屈折率と近似した屈折率をもつ透光性樹脂材料が好ましい。特に、ポリメチルメタクリレート、ポリイミド、ベンゾシクロブテン、エポキシ、シロキサン、ポリカーボネート等の、光導波路コア部と同一の屈折率の材料を用いることが最も好ましい。

【0032】

このような構成にした場合、光導波路コア部端面もしくは受光素子又は発光素子の光学的に接続する面における光信号の反射を低減すると共に、光導波路コア部と受光素子又は発光素子間の光学的な結合効率を向上させることができ、さらに受光素子又は発光素子の環境に対して保護することもできる。透光性樹脂材料は少なくとも光導波路のコア部端面と受光素子又は発光素子と光学的に接続する面の間に形成した場合に効果があり、受光素子又は発光素子の周囲に充填されていてもよい。その場合、受発光素子を外気から遮断することができるため、湿度

等による受発光素子の信頼性の低下を防止することができる。

【0033】

また、図3に示したように、光導波路層の少なくとも片側に無機フィラーと熱硬化性樹脂とを含む混合物からなる絶縁性基板129を備えた構成も可能である。

【0034】

その場合、一体となった光導波路層と絶縁性基板の剛性が向上するため、光導波路層の内部に埋設して設けられた受発光素子の外部応力からの影響による受発光素子のクラックや破壊等を低減することができる。無機フィラーとしては、 Al_2O_3 、 MgO 、 BN 、 SiC 、 AlN および SiO_2 から選ぶことができ、これらの無機フィラーを用いることにより放熱性に優れた受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールが得られる。なお、無機フィラーの含有量は70～95重量パーセントが好ましい。また、無機フィラーを選ぶことで電気絶縁性基板の熱膨張係数を調節して、受発光素子の熱膨張係数に整合させることができるため、信頼性の高い受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールが得られる。

【0035】

更に、図4に示したように、光導波路層の両側に無機フィラーと熱硬化性樹脂とを含む混合物からなる絶縁性基板を設けた場合、光導波路層と絶縁性基板間の熱膨張係数差に起因する反りの発生を抑制することができる。

【0036】

絶縁性基板には、多層に電氣的な配線パターンを施したものをを用いることで、一体となった光導波路層と絶縁性基板の上に回路部品を搭載することができ、反りの発生が抑制されているため、安定して回路部品を搭載することができる。

【0037】

また、光導波路層の少なくとも片側に Al_2O_3 、 MgO 、 BN 、 SiC 、 AlN からなる無機材料を用いたセラミック基板を用いることで、光導波路層とセラミック基板の積層体の剛性を更に向上することができるとともに、無機材料を選択することで、受発光素子の熱膨張係数と整合させ、熱膨張係数の差による受発光素子への応力発生を防止することができ、信頼性の高い受発光素子内蔵光電気

混載配線モジュールが得られる。

【0038】

絶縁性基板には送信又は受信する光信号に対して非透光性材料を用いることにより、外部から光導波路層へ入射するノイズの影響を防止することができる。そのため、光導波路層の両側に非透光性材料からなる絶縁性基板を設けた場合は、光導波路層の片側に非透光性材料からなる絶縁性基板を設けた場合に比べて光による周囲からのノイズの影響を低減することができる。また、発光素子からの迷光によるノイズについても防止することができる。

【0039】

上記に説明した受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールに回路部品を電氣的に接続することを目的として実装する場合、光導波路と受発光素子間の光結合部はモジュール内に配置されているため、フラックス等を含むはんだを用いた表面実装技術を用いても光導波路と受発光素子間の光結合部に影響を与えることはない。また、光導波路と受発光素子間の光学的な結合は受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール内のみで行うため、回路部品を実装する際に光学的な結合をする必要なく電氣的な接続ができ、既存の表面実装技術、設備を用いて他の回路部品をモジュール上へに搭載することが可能である。なお、回路部品としては例えば、コンデンサ、インダクタ、抵抗、半導体チップ、CSP（チップサイズパッケージ）などが用いられる。

【0040】

（実施の形態2）

図5は、本発明の実施の形態2における受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの製造方法の概略を示す断面図である。

【0041】

以下に本実施の形態における受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの製造方法について、図5（a）～（i）を参照しながら説明する。

【0042】

まず図5（a）に示すように、光導波路コア層105の周囲に光導波路クラッド層106が形成された光導波路層104を準備する。光導波路層104は、フ

フィルム状の光導波路フィルムを用いることができる。ポリカーボネートなどの光導波路下部クラッド層となるフィルムに金型を用いたプレスにより光導波路コア層となる凹部を設け、凹部に光導波路コア層となる導波路クラッド層の屈折率よりも高い屈折率のポリマーが充填して光導波路上部クラッド層となる光導波路下部クラッド層と同一材料で形成されたプレス成形による光導波路フィルムや、紫外線照射により屈折率が高くなる樹脂材料を用いた紫外線照射硬化型光導波路フィルムを用いることができる。

【0043】

次に図5(b)に示すように、光導波路層104の所望の位置に第1の貫通孔115を形成する。第1の貫通孔は、例えば、レーザ加工または金型による加工で形成することができる。レーザ加工は、微細なピッチで第1の貫通孔201を形成することができ、削り屑が発生しないため好ましい。レーザ加工では、炭酸ガスレーザやエキシマレーザを用いると加工が容易である。

【0044】

第1の貫通孔115の側面には光導波路コア層105の端面が露出している。第1の貫通孔115は後に説明する受光素子又は発光素子を実装して、光導波路コア層105と受光素子又は発光素子を光学的に結合させる領域に形成することが望ましい。また、同時に、離型フィルム119上に配線パターン121を形成したものを第1の貫通孔115が形成された光導波路層104と位置あわせして重ねる。

【0045】

離型フィルム119には、例えば、ポリエチレンテレフタレートやポリフェニレンサルファイトのフィルムを用いることができる。配線パターン121は、例えば、離型フィルム119に銅箔を接着した後フォトリソ工程及びエッチング工程を行うことによって形成できる。銅箔以外に金属薄膜を用いても可能である。その際、貫通孔115に対応して受光素子または発光素子を搭載する領域には受光素子または発光素子の電極配置に対応した配線パターン121を形成することが望ましい。

【0046】

その後、図 5 (c) に示すように、それぞれを位置あわせして重ねたものを加圧加熱することによって光導波路 1 0 4 と配線パターン 1 2 1 の積層体を得る。

【 0 0 4 7 】

その後、図 5 (d) に示すように、配線パターン 1 2 1 上に受光素子及び発光素子を光導波路コア層 1 0 5 との光学的な結合を行いながら搭載する。その際、配線パターン 1 2 1 もしくは光導波路層 1 0 4 に位置合わせ用アライメントマークを形成しておくことにより、受光素子及び発光素子の搭載を容易にすることができる。そして、受光素子及び発光素子を搭載した後離型フィルム 1 1 9 を剥離する。なお、この離型フィルム 1 1 9 は最終的にモジュールが完成した後に剥離しても構わない。

【 0 0 4 8 】

その後、図 5 (e) に示すように、第 1 の貫通孔 1 1 5 に透光性樹脂 1 0 9 を印刷法等により充填する。透光性樹脂 1 0 9 は光硬化型もしくは光と加熱併用硬化型の場合、第 1 の貫通孔 1 1 5 への透光性樹脂 1 0 9 の充填後、光照射により硬化する。また、熱硬化型の場合においては、後述する加熱工程において硬化を行う。

【 0 0 4 9 】

透光性樹脂としては、光導波路コア層と屈折率整合する材料を用いることができる。例えば、透光性樹脂の屈折率は光導波路コア層の屈折率 ± 0.05 の範囲で選ぶことができる。好ましくは ± 0.01 である。例えば、フッ素化エポキシ系やアクリル系、臭素化エポキシ系やイオウ含有ビニル系などを用いると、屈折率を 1.40 から 1.71 の範囲において ± 0.005 の精度で屈折率を自由にコントロールすることができる。紫外線や加熱などにより硬化するもののほか、ゲル状で硬化しないものも用いることができる。

【 0 0 5 0 】

その後、図 5 (f) に示すように、第 2 の貫通孔 1 1 7 をレーザ加工等により形成し、図 5 (g) に示すように第 2 の貫通孔 1 1 7 に導電性樹脂組成物 1 2 3 を充填する。その後、図 5 (h) に示すように、銅箔 1 2 7 を位置あわせして重ね、加圧と加熱を行うことにより、導電性樹脂組成物 1 2 3 中の熱硬化性樹脂を

硬化させ、ビア導体 1 2 5 を形成する。加熱は、導電性樹脂組成物 1 2 3 中の熱硬化性樹脂が硬化する温度以上の温度（例えば 1 5 0 °C ~ 2 6 0 °C）で行う。この工程によって、銅箔 1 2 7 と光導波路層 1 0 4 とが機械的に接着する。

【 0 0 5 1 】

また、ビア導体 1 2 5 によって、銅箔 1 2 7 が電氣的に接続される。その後、図 5 (i) に示すように、銅箔 1 2 7 を加工することによって配線パターンを形成する。このようにして第 1 の実施の形態で説明した受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールが形成される。

【 0 0 5 2 】

上記の製造方法によれば、第 1 の実施の形態で説明した受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールを容易に製造することができる。また、上記の製造工程において透光性樹脂が硬化後、ゲル状になる材料を用いた場合、温度変化による受発光素子への応力を緩和させることができるため、信頼性の高い受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールが得られる。

【 0 0 5 3 】

(実施の形態 3)

図 6 は、本発明の実施の形態 3 における受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの構成の概略を示す断面図である。

【 0 0 5 4 】

以下に本実施の形態における受発光素子内蔵光電気混載配線モジュール構成について、図 6 を参照しながら説明する。図 6 において、実施の形態 1 と同様の部分は同符号を用いる。本実施の形態においては、受光素子 1 0 1 は配線パターン 1 2 1 を介して増幅素子 1 1 1 と電氣的に接続されており、発光素子 1 0 3 は配線パターン 1 2 1 を介して駆動素子 1 1 3 と電氣的に接続されている。

【 0 0 5 5 】

特に、発光素子 1 0 3 及び受光素子 1 0 1 と増幅素子 1 1 1 、駆動素子 1 1 3 とは図 7 に示したように、受光素子 1 0 1 のアノード及びカソード端子の 2 つの端子はともに増幅素子に電氣的に接続されており、発光素子 1 0 3 のアノード及びカソード端子の 2 つの端子はともに駆動素子に電氣的に接続されている。受光

素子101と発光素子103とは光学的に光導波路105を介して接続されていることが好ましい。

【0056】

これらの構成において、増幅素子111および駆動素子113を受光素子101及び発光素子103と対向して配置した場合、配線長を短くすることができ、伝送特性の周波数特性の遮断周波数を高くすることができる。また、増幅素子111および駆動素子113を受光素子101及び発光素子103とが対向しない位置に配置した場合においても駆動素子113と発光素子103又は増幅素子111と受光素子101間に伝送される電気信号の波長よりも短い配線の場合は、高周波領域における伝送特性を劣化させることなく動作することができる。増幅素子111および駆動素子113と受光素子101及び発光素子103との間に多層基板が設けられた場合においても同様である。

【0057】

つまり、図7に示す回路図の構成を有する各デバイスの配置関係を有するものであれば、本願発明は図6に示したモジュール構造に限定されることは無い。例えば増幅素子111と受光素子101とを電氣的に接続するために、他の配線パターン及びビア導体を用いても構わない。ただし、伝送特性を考慮する場合は配線長をできるだけ短くしたいので、図6に示すようなモジュールの構造が好ましい。

【0058】

また、光導波路層104の片側もしくは両側に無機フィラーと熱硬化性樹脂とを含む混合物からなる絶縁性多層基板を設けた場合、増幅素子111および駆動素子113を絶縁性多層基板の内部に配置して増幅素子111および駆動素子113と受光素子101及び発光素子103との間を短距離で接続する構成においても配線長を短くできるため、伝送される電気信号の波長よりも短い配線の場合は、高周波領域における伝送特性を劣化させることなく動作することができる。

【0059】

特に増幅素子111および駆動素子113と受光素子101及び発光素子103が光導波路層内や絶縁性多層基板内にベアチップ状態で埋設して搭載される場

合においては外気から遮断されることによって湿度等による信頼性の低下を防止できる。

【0060】

また、無機フィラーに増幅素子111および駆動素子113と受光素子101及び発光素子103の熱膨張係数を整合させるように Al_2O_3 、 MgO 、 BN 、 SiC 、 AlN 等の材料及び無機材料と樹脂成分の配合を行った場合、温度変化による応力を低減できることによって、温度の変化においても特性の変化を防止できる。

【0061】

また、発光素子と駆動素子間には抵抗素子を設けた構成にした場合、発光素子と駆動素子間の電氣的な配線長を伝送する信号の波長よりも長くした場合においても高周波領域における伝送特性を劣化させることなく動作することができる。

【0062】

受光素子と増幅素子間には受光素子から出力される電気信号に含まれる周波数帯域において、受光素子の出力インピーダンスよりも低いインピーダンスの特性のバイパス用コンデンサを配置した構成の場合、受光素子と増幅素子間の電氣的な配線長を伝送する信号の波長よりも長くした場合においても高周波領域における伝送特性を劣化させることなく動作することができる。

【0063】

コンデンサを配置する構成としてはチップ状のコンデンサを用いて絶縁性多層基板に埋設されるように構成することもでき、また、対向電極を絶縁性多層基板内部に設けることで容量素子を設けることも同様の効果が得られる。対向電極を絶縁性多層基板内部に設けることで容量素子を形成した場合、対向電極の間に絶縁性多層基板よりも高誘電率の材料を設けた構成を用いるか、対向電極の間を数 $10\mu m$ 程度に構成して対向電極の寸法を伝送する信号の波長の $1/4$ よりも小さく設けた場合においては、更に高い周波数領域においても伝送特性を劣化させることなく動作することができる。

【0064】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールでは、光導波路端面に反射ミラーを用いた90度の光路変換部を設けることなく光導波路と受発光素子間の光学的な結合を行うことができる。また、回路部品をフラックス等を含むはんだを用いた表面実装技術を用いて光導波路が形成された基板上へ電氣的に接続する実装をすることができる。

【0065】

また、光導波路層のコア部が形成された面に平行な方向で受発光素子と光入出力を行うことで、光導波路と受発光素子間に光の進行方向を変換する光路変換部を設けることなく光学的に結合することができる。また、面発光型レーザとすることで、発光素子から放射される光強度部分布が端面出射型に比較して狭い角度に集中するため、光導波路のコア部と発光素子間の光結合効率が向上する。

【0066】

また、本発明の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの製造方法では、受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールを容易に製造することができる。

【0067】

また、本発明の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの実装体では、受光素子又は発光素子と駆動素子又は増幅素子間の配線長を短くすることができ、伝送特性の周波数特性の遮断周波数を高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態1における第1の受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの構成の概略を示す断面図

【図2】

本発明の実施の形態1における第2受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの構成の概略を示す断面図

【図3】

本発明の実施の形態1における第3受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの構成の概略を示す断面図

【図4】

本発明の実施の形態 1 における第 4 受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの構成の概略を示す断面図

【図 5】

本発明の実施の形態 2 における受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの製造方法の概略を示す工程断面図

【図 6】

本発明の実施の形態 3 における受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの実装体の構成の概略を示す断面図

【図 7】

本発明の実施の形態 3 における受発光素子内蔵光電気混載配線モジュールの実装体の回路構成の概略を示す模式図

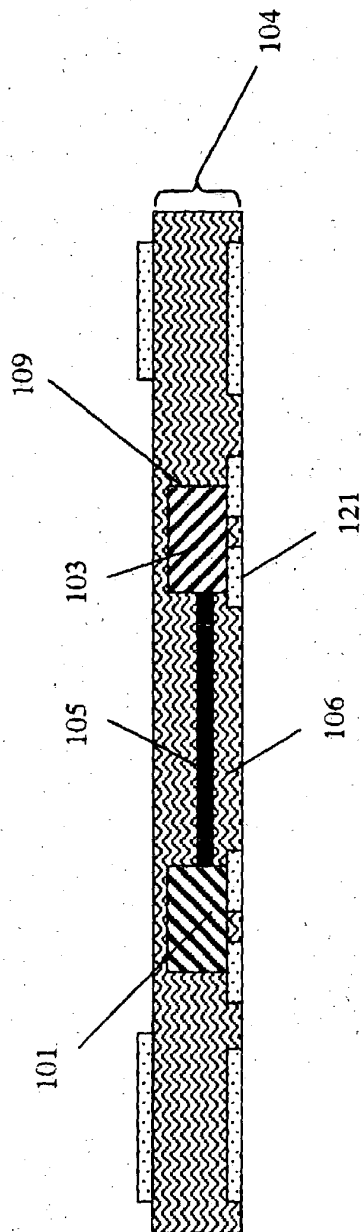
【符号の説明】

- 1 0 1 受光素子
- 1 0 3 発光素子
- 1 0 4 光導波路層
- 1 0 5 光導波路コア層
- 1 0 6 光導波路クラッド層
- 1 0 7 電気絶縁性基板
- 1 0 9 透光性樹脂
- 1 1 1 増幅素子
- 1 1 3 駆動素子
- 1 1 5 第 1 の貫通孔
- 1 1 7 第 2 の貫通孔
- 1 1 9 離型フィルム
- 1 2 1 配線パターン
- 1 2 3 導電性樹脂組成物
- 1 2 5 ビア導体
- 1 2 7 銅箔
- 1 2 9 絶縁性基板

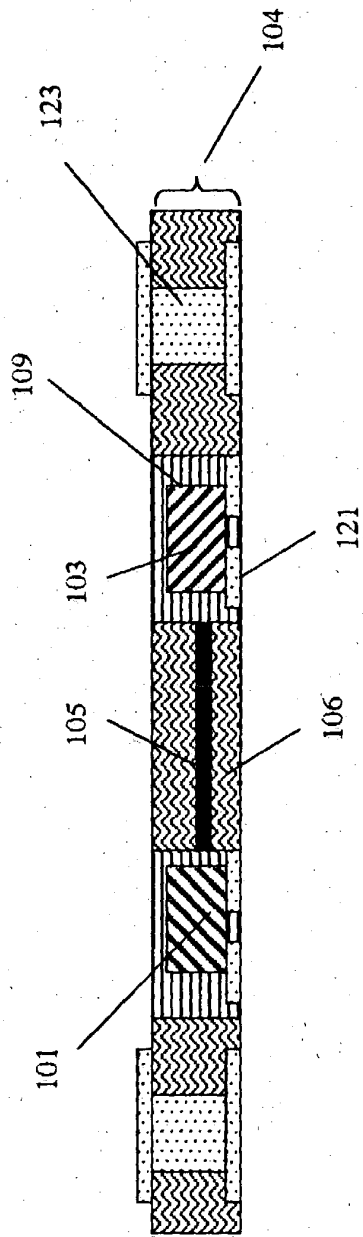
【書類名】

図面

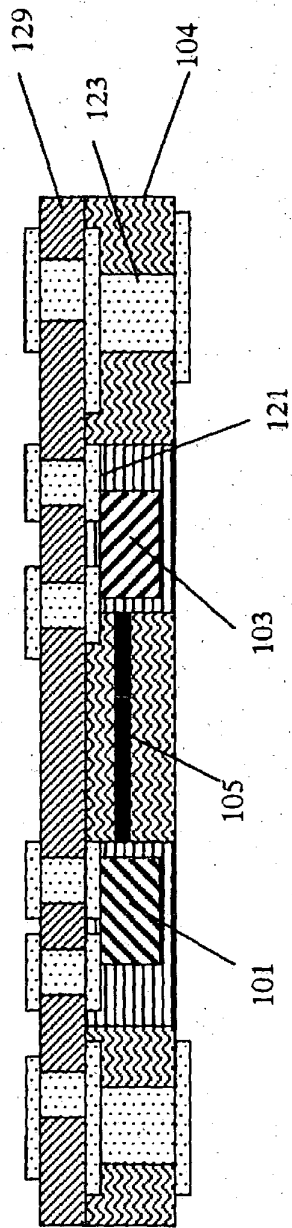
【図1】



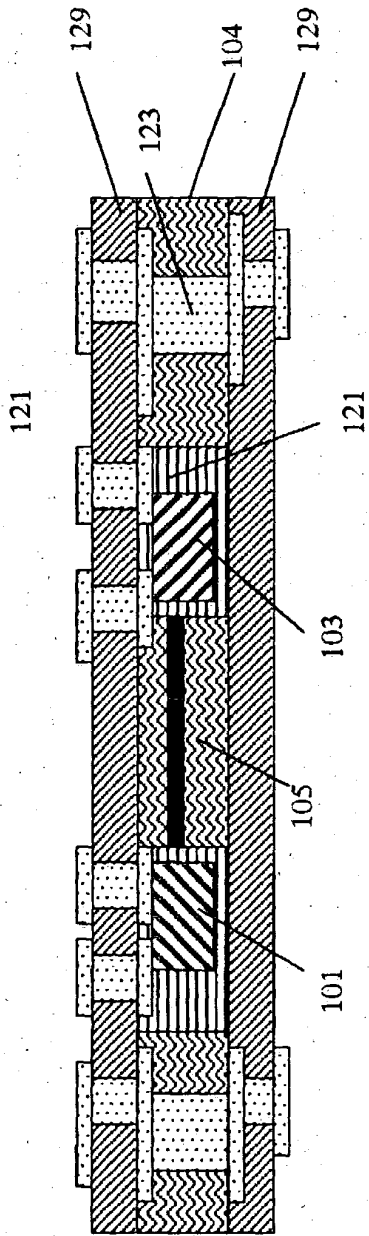
【図2】



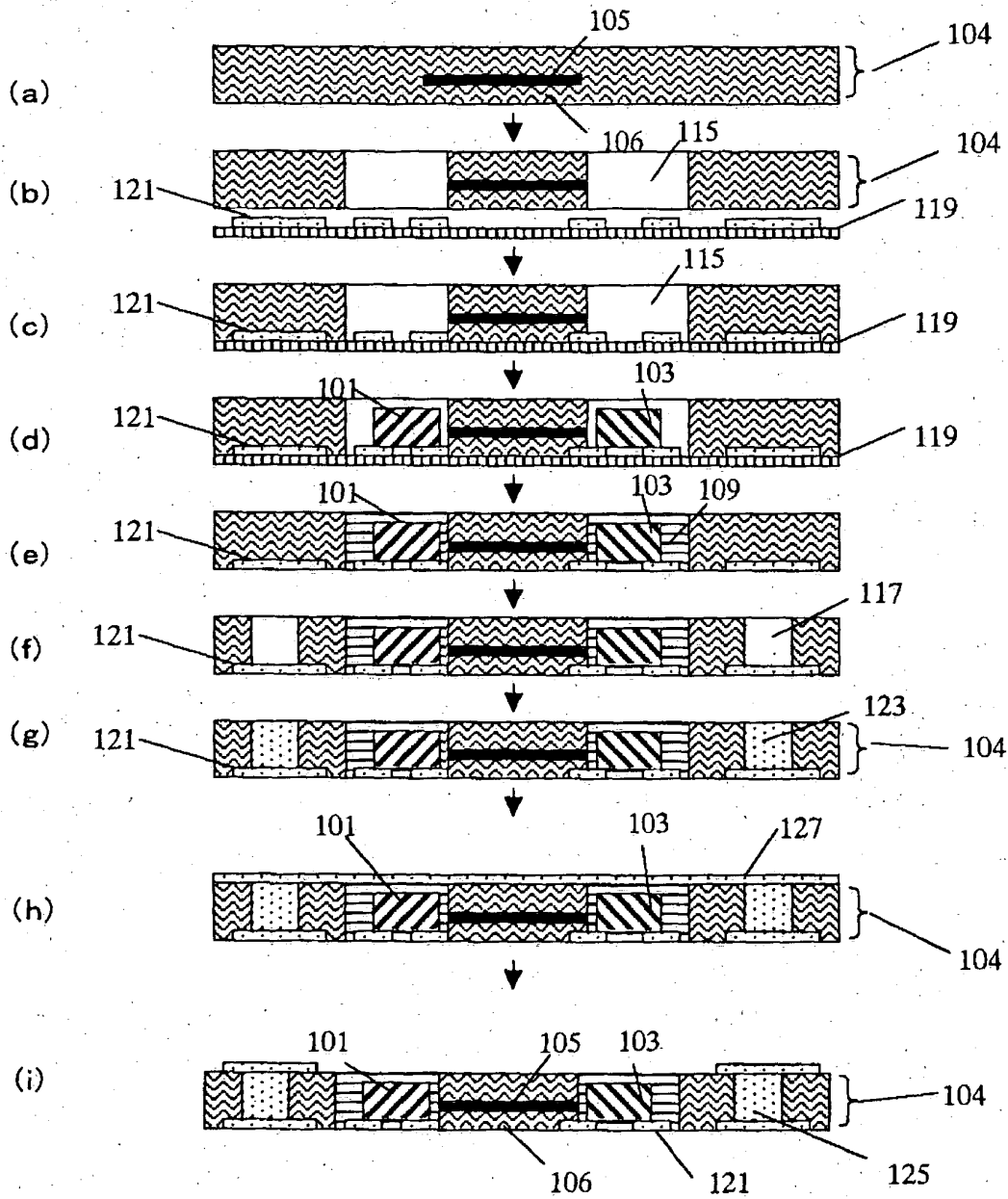
【図3】



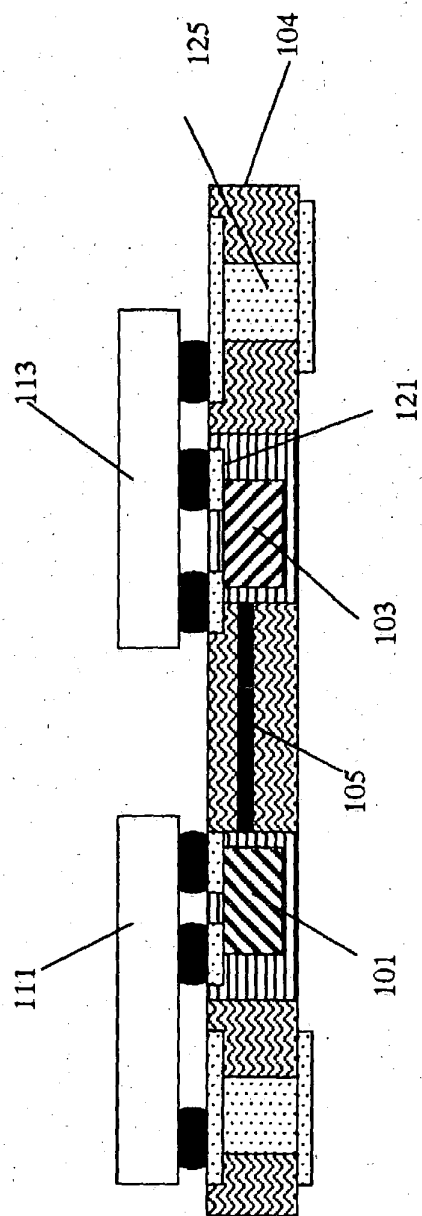
【図 4】



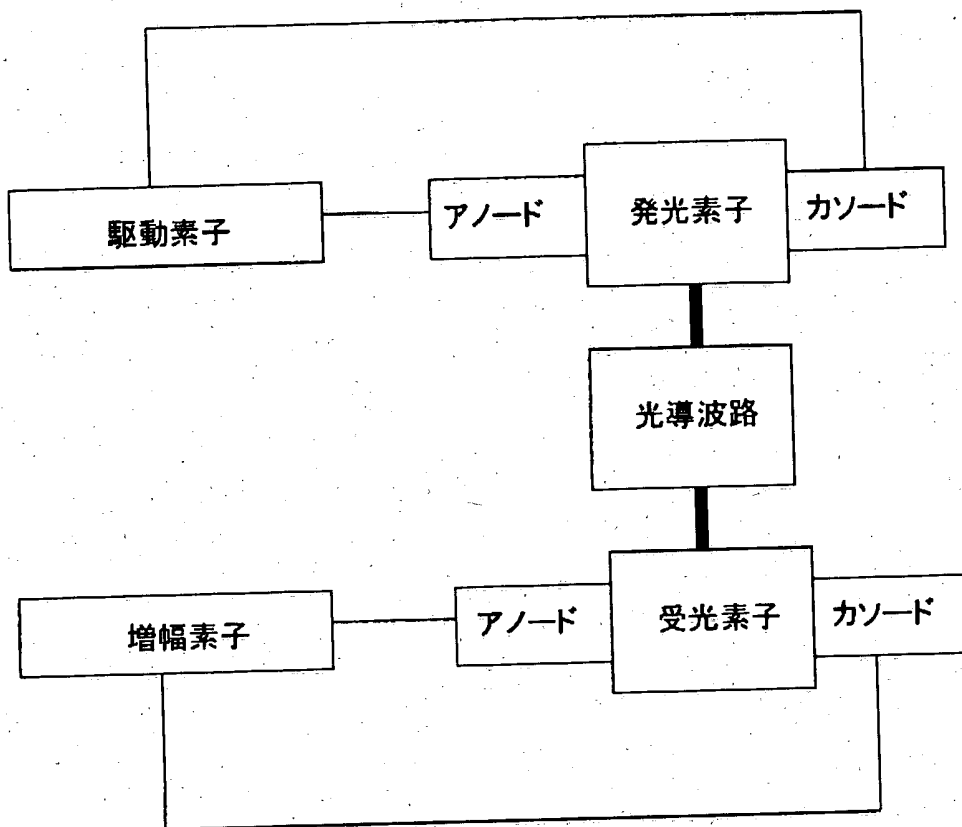
【図 5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の構成では、光導波路に反射ミラーを構成し光素子と光導波路のコア層へ反射ミラーを用いて90度の光路変換をして光結合させるなければならなかった。また、半導体素子や回路部品を基板上へ実装する場合、通常の共晶はんだを用いた製造プロセスの特にリフロープロセスにおいてはんだ中のフラックス等により光結合部が汚染され、光結合効率が低下していた。

【解決手段】 光導波路コア層105に光学的に結合された受光素子101及び発光素子103は、光導波路層104内に埋設して設けられ、配線パターン121の一端に電氣的に接続して実装されており、他端は受光素子101が配線パターン121を介して増幅素子111と電氣的に接続されており、発光素子103は配線パターン121を介して駆動素子113と電氣的に接続されている。

【選択図】 図6

特2002-189327

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

- | | |
|----------|------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月28日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 大阪府門真市大字門真1006番地 |
| 氏 名 | 松下電器産業株式会社 |